

BEST AVAILABLE COPY

PCT/EP 2004/051477

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

05.08.04

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

103 33 805.5

REC'D 26 AUG 2004

WIPO

PCT

Anmeldetag:

24. Juli 2003

Anmelder/Inhaber:

Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung:

Verfahren zur Ermittlung eines Verbindungspfad
und eines zugehörigen unbelegten Wellenlängen-
kanals

IPC:

H 04 B, H 04 J

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 28. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stremme

Beschreibung

5 Verfahren zur Ermittlung eines Verbindungspfades und eines zugehörigen unbelegten Wellenlängenkanals

10 Im Zuge des schnellen Wachstums des Internets ist der Bedarf an zur Verfügung stehender Übertragungsbandbreite in den letzten Jahren überproportional stark angestiegen. Fortschritte in der Entwicklung von optischen Übertragungssystemen, insbesondere bei auf der Wavelength Division Multiplexing (WDM) Technologie basierenden Übertragungssystemen, haben zur Realisierung von hohen Übertragungsbandbreiten beigetragen. Hierbei kommt den transparenten optischen Übertragungssystemen eine besondere Bedeutung zu, die eine vollständige Übertragung von Datensignalen im optischen Bereich, d.h. ohne opto-elektrische bzw. elektro-optische Konversion der Datensignale, ermöglichen.

20 Transparente optische Übertragungssysteme sind aus mehreren über optische Übertragungsstrecken miteinander verbundenen optischen Netzknoten aufgebaut. Hierbei werden optische Wellenlängenkanäle zur Übertragung der optischen Datensignale, insbesondere von optischen WDM-Signalen, vorgesehen. Ein derartiges transparentes optisches Übertragungssystem ermöglicht den Aufbau von optischen Verbindungen zwischen zwei Teilnehmern, wobei hierzu jeder optischen Verbindung ein ausgewählter Verbindungspfad durch das transparente optische Übertragungssystem sowie ein auf diesem Verbindungspfad verfügbarer, d.h. unbelegter, Wellenlängenkanal zugeordnet werden. Beim Verbindungsaufbau wird ein Verbindungspfad mit einem durchgängig verfügbaren Wellenlängenkanal ermittelt, über den der Verbindungsaufbau erfolgen kann. Für den Fall das in den einzelnen optischen Netzknoten keine Wellenlängenkonversionseinrichtungen vorgesehen sind, ist es erforderlich, daß zum Aufbau einer Verbindung zwischen einem ersten Netzknoten und einem mit diesem beispielsweise über mehrere weitere optische Netzknoten verbundenen zweiten Netzknoten auf den einzelnen optischen Übertragungsstrecken des ausgewählten Verbindungs-

35

- möglichst große Effizienz der Lösung.

Das dynamische RWA-Problem wird beispielsweise dadurch gelöst, daß zuerst ein Verbindungspfad und im Anschluß daran ein auf dem ausgewählten Verbindungspfad zur Verfügung stehender, d.h. noch unbelegter Wellenlängenkanal ermittelt wird. Alternativ kann auch zunächst ein Wellenlängenkanal innerhalb des transparenten optischen Übertragungssystems ausgewählt werden und im Anschluß daran zu diesem ein passender Verbindungspfad ermittelt werden.

- zuerst Verbindungspfad, dann Wellenlängenkanal

Aus der Veröffentlichung "Importance of wavelength conversion in an optical network", John Strand, Robert Doverspike und Guangzhi Li in Optical Networks Magazine May/June 2001 ist ein Verfahren bekannt, bei dem zunächst die k hinsichtlich der Linkgewichte kürzesten Verbindungspfade zwischen den Endpunkten einer geplanten Verbindung ermittelt werden. Auf den ermittelten Verbindungspfaden wird die aktuelle Belegung der Wellenlängenkanäle untersucht und anhand einer "figure-of-merit" bewertet. Der günstigste Verbindungspfad wird anschließend ausgehend von der "figure-of-merit" ausgewählt. Für die "figure-of-merit" und die Auswahl der Wellenlängenkanäle werden u.a. die folgenden Heuristiken vorgeschlagen:

- "first-fit": Die Wellenlängenkanäle werden willkürlich geordnet, d.h. mit einem Index versehen. Für den Verbindungsaufbau wird dann der Verbindungspfad ausgewählt, auf dem der Wellenlängenkanal mit dem kleinstmöglichen Index noch unbelegt ist.
- "most-used wavelength": Ein Wellenlängenkanal ist um so besser, je häufiger dieser im gesamten Übertragungssystem für den Aufbau von Verbindungen eingesetzt wird. Daneben gibt es noch ein komplizierteres Verfahren, bei dem die Bewertung mittels eines "route similarity ratio" erfolgt.

gungen genügender Verbindungspfad zum Aufbau einer Verbindung zwischen den beiden Teilnehmern verfügbar ist. Der erste in einem der virtuellen optischen Sub-Übertragungsnetze gefundene Verbindungspfad wird für den Verbindungsaufbau verwendet.

5 Für die Reihenfolge, in der die unterschiedlichen virtuellen optischen Sub-Übertragungsnetze untersucht werden, werden u.a. die folgenden Heuristiken vorgeschlagen:

- 10 - "fixed": die Wellenlängenkanäle weisen eine feste Reihenfolge auf;
- "pack": die Wellenlängenkanäle werden nach abnehmender Nutzungshäufigkeit im gesamten optischen Übertragungssystem geordnet;
- 15 - "exhaustive": stets alle virtuellen optischen Sub-Übertragungsnetze werden durchsucht und der kürzeste aller Verbindungspfade (zusammen mit der zugehörigen Wellenlängenkanal) ausgewählt.

20 Nachteilig wird bei den Heuristiken "fixed" und "pack" u.U. ein Verbindungspfad ausgewählt, der zwar einen günstigen Wellenlängenkanal verwendet, dessen Verbindungspfad jedoch unverhältnismäßig lang ist, d.h. sehr viele Ressourcen innerhalb des transparenten optischen Übertragungssystems belegt.

25 Umgekehrt wird zwar bei der Heuristik "exhaustive" stets der kürzeste Verbindungspfad selektiert, und zwar auch dann, wenn der zugeordnete Wellenlängenkanal ungünstig ist, obwohl ein nur unwesentlich längerer Verbindungspfad mit einem viel günstigeren Wellenlängenkanal vorhanden wäre. Unter günstigen

30 Wellenlängenkanälen sind im betrachteten Kontext Wellenlängenkanäle zu verstehen, die bereits häufig im betrachteten optischen Übertragungssystem verwendet wird. Diese sollten zur Reduzierung der Blockierungsraten noch häufiger verwendet werden, um andere Wellenlängenkanäle unbenutzt zu lassen. Ein

35 Kompromiß zwischen den beiden Zielen günstiger Wellenlängenkanal, d.h. geringe Blockierungsrate für nachfolgende Verbindungsanforderungen, und kurzer Weg, d.h. geringer Ressourcenverbrauch, ist nicht realisierbar.

Wellenlängenkanälen einer Übertragungsstrecke beispielsweise ein Linkgewicht mit dem Wert unendlich zugewiesen. Aus den ermittelten Linkgewichten eines Verbindungspfades und des zugehörigen Wellenlängenkanals wird ein Verbindungskostenwert gebildet, der die Kosten bzw. den Ressourcenaufwand für den Aufbau der Verbindung über den betrachteten Verbindungspfad und Wellenlängenkanal angibt. Ausgehend von den gebildeten Verbindungskostenwerten wird für den Verbindungsaufbau der einen minimalen Verbindungskostenwert aufweisende Verbindungspfad mit dem zugehörigen Wellenlängenkanal ausgewählt. Hierdurch werden die Nachteile der aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, insbesondere der für die Ermittlung des Verbindungspfades einschließlich des Wellenlängenkanals erforderliche hohe Rechenaufwand, vermieden.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, daß jedem Wellenlängenkanal ein netzweites Kanalgewicht zugeordnet wird und das netzweite Kanalgewicht mit Hilfe einer Kanalgewichtsfunktion ermittelt wird. Hierdurch wird besonders vorteilhaft ein mit einfachen technischen Mitteln bestimmbares netzweites Kanalgewicht ermittelt.

Vorteilhaft wird das transparente optische Übertragungssystem in eine Anzahl von jeweils nur einen optischen Wellenlängenkanal aufweisende virtuelle optische Sub-Übertragungsnetze aufgeteilt, wobei den in den Sub-Übertragungsnetzen vorhandenen Übertragungsstrecken jeweils die erfindungsgemäßen Linkgewichte zugeordnet werden und zur Ermittlung des den minimalen Verbindungskostenwert aufweisenden Verbindungspfades und des zugehörigen Wellenlängenkanals die Sub-Übertragungsnetze ausgewertet werden. Durch die Aufteilung des transparenten optischen Übertragungssystems in virtuelle optische Sub-Übertragungsnetze mit jeweils einem Wellenlängenkanal und die Zuordnung der erfindungsgemäßen Linkgewichte können bereits für die Wegesuche innerhalb eines Kommunikationsnetzes bekannte Algorithmen wie beispielsweise der "Dijkstra-Algorithmus" unter Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens weiterbenutzt werden.

$$f(i) = g(A_{i, \text{belegt}} / A_{i, \text{gesamt}})$$

mit

i = Nummer des Wellenlängenkanals

$A_{i, \text{belegt}}$ = Anzahl der Übertragungsstrecken, auf denen der Wellenlängenkanal i belegt ist

$A_{i, \text{gesamt}}$ = Anzahl aller Übertragungsstrecken, auf denen der Wellenlängenkanal i physikalisch verfügbar ist

$g(\dots)$ = eine beliebige Funktion

Eine monoton fallende Funktion $g()$ hat den Vorteil, dass bereits häufig benutzte Wellenlängenkanäle bei der Ermittlung eines für den Aufbau einer neuen Verbindung erforderlichen Verbindungspfades und dem zugehörigen Wellenlängenkanal bevorzugt werden.

Darüber hinaus wird vorteilhaft bei der Ermittlung des von der jeweiligen optischen Übertragungsstrecke abgeleiteten Lagereparameters die Länge der Übertragungsstrecke oder die durch die Übertragungsstrecke hervorgerufene Verzögerung oder weitere technisch oder wirtschaftlich relevante Parameter der optischen Übertragungsstrecke berücksichtigt.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Hierbei zeigen:

- 30 Figur 1 beispielhaft eine schematische Darstellung eines transparenten optischen Übertragungssystems,
- Figur 2 eine schematische Darstellung des in mehrere virtuelle optische Sub-Übertragungssysteme überführten transparenten optischen Übertragungssystems,
- 35 Figur 3 eine schematische Darstellung der Zuordnung der erfindungsgemäßen Linkgewichte innerhalb der virtuellen optischen Sub-Übertragungssysteme, und

gital Hierarchy, ATM = Asynchronous Transfer Modus, IP = Internet Protocol).

Ferner wird zur Übertragung von optischen Signalen os innerhalb des transparenten optischen Übertragungssystems ASTN beispielsweise das WDM-Datenübertragungsverfahren verwendet (WDM = Wavelength Division Multiplex bzw. Wellenlängen-Multiplex). Aufgrund der Wellenlängenmultiplextechnologie können über jede im transparenten optischen Übertragungssystem ASTN vorhandene optische Übertragungsstrecke $OS1$ bis $OS9$ unter Nutzung jeweils verschiedener Wellenlängenkanäle $wk1$ bis wkn gleichzeitig mehrere optische Signale os , insbesondere WDM-Kanäle, übertragen werden. Hierzu weisen die optischen Übertragungsstrecken $OS1$ bis $OS9$, die beispielsweise aus einem Lichtwellenleiterbündel oder aus einem oder mehreren einzelnen Lichtwellenleitern aufgebaut sind, jeweils mehrere Wellenlängenkanäle $wk1$ bis wkn auf, wobei die Anzahl der Wellenlängenkanäle $wk1$ bis wkn von optischer Übertragungsstrecke zu optischer Übertragungsstrecke variieren kann. Über einen der ersten bis n -ten Wellenlängenkanäle $wk1$ bis wkn erfolgt nach dem Aufbau der Verbindung zwischen der ersten und zweiten Client-Einrichtung $C1$, $C2$ die Übertragung der optischen Signale os . Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist jede der ersten bis neunten optischen Übertragungsstrecke $OS1$ bis $OS9$ jeweils n Wellenlängenkanäle $wk1$ bis wkn auf.

Das in Figur 1 dargestellte transparente optische Übertragungssystem ASTN wird in eine Anzahl von jeweils nur einen optischen Wellenlängenkanal $wk1$ bis wkn aufweisende virtuelle optische Subübertragungsnetze $Sub1$ bis $Subn$ überführt, wobei jedes virtuelle optische Subübertragungsnetz $Sub1$ bis $Subn$ jeweils einen netzweit zugeordneten Wellenlängenkanal $wk1$ bis wkn aufweist.

In Figur 2 ist anhand einer schematischen Darstellung das transparente optische Übertragungssystem ASTN der Figur 1 beispielhaft nach der Überführung in ein erstes, zweites bis n -tes virtuelles optisches Subübertragungsnetz $Sub1$ bis $Subn$

schaftlich relevante Parameter der jeweiligen optischen Übertragungsstrecke OS1 bis OS9 berücksichtigt. Hierbei wird jeder optischen Übertragungsstrecke OS1 bis OS9 innerhalb der virtuellen optischen Subübertragungsnetze Sub1 bis Subn jeweils dasselbe Linkgewicht d_r zugeordnet, d.h. im ersten Subübertragungsnetz Sub1 weist die erste optische Übertragungsstrecke OS1 dasselbe Linkgewicht d_r auf wie beispielsweise innerhalb des zweiten virtuellen optischen Subübertragungsnetzes Sub2. Der Index r deutet jeweils die Nummer der optischen Übertragungsstrecke OS1 bis OS9 an.

In Figur 3 wird der erste Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand des bereits in Figur 2 dargestellten Schichtenmodells erläutert. Das in n virtuelle optische Subübertragungsnetze Sub1 bis Subn überführte optische Übertragungssystem ASTN wird mit Hilfe eines geeigneten Suchalgorithmus, beispielsweise des Dijkstra-Algorithmus, daraufhin untersucht, ob ein die für den Verbindungsaufbau erforderlichen Rahmenbedingungen aufweisender Verbindungspfad zwischen beispielsweise der ersten und zweiten Clienteinrichtungen C1, C2 vorhanden ist. Gemäß der vorgeschlagenen Lösung wird ein von der optischen Übertragungsstrecke und von dem betrachteten Wellenlängenkanal abhängiges Linkgewicht $d_{i,r}$ individuell für jede optische Übertragungsstrecke OS1 bis OS9 und jeden Wellenlängenkanal $wk1$ bis wkn des optischen Übertragungssystems ASTN ermittelt, d.h. jeder optischen Übertragungsstrecke OS1 bis OS9 der virtuellen optischen Subübertragungsnetze Sub1 bis Subn wird jeweils ein von dem betrachteten Wellenlängenkanal $wk1$ bis wkn und von den Eigenschaften der optischen Übertragungsstrecke OS1 bis OS9 abhängiges Linkgewicht $d_{i,r}$ zugeordnet. Das neuartige Linkgewicht $d_{i,r}$ pro Übertragungsstrecke OS1 bis OS9 und Wellenlängenkanal $wk1$ bis wkn wird gemäß der folgenden Formel ermittelt:

$$d_{i,r} = f(i) * d_r$$

Der Index i des Linkgewicht $d_{i,r}$ bezeichnet die Nummer i des Wellenlängenkanals $wk1$ bis wkn und der Index r die Nummer r

realisiert werden. Darüber hinaus kann alternativ durch die Kanalgewichtsfunktion $f(i)$ der Belegungszustand der Wellenlängenkanäle $wk1$ bis wkn auf den bereits durch Verbindungen belegten optischen Übertragungsstrecken $OS1$ bis $OS9$ berücksichtigt werden, wobei hierzu der aktuelle Benutzungsgrad jedes optischen Wellenlängenkanals $wk1$ bis wkn innerhalb des transparenten optischen Übertragungssystems ASTN ermittelt bzw. geschätzt wird.

Eine vom Nutzungsgrad des jeweiligen Wellenlängenkanals $wk1$ bis wkn abhängige Kanalgewichtsfunktion $f(i)$ weist beispielsweise folgende Form auf:

$$f(i) = g(A_{i, \text{belegt}} / A_{i, \text{gesamt}})$$

mit..

i = Nummer des Wellenlängenkanals

$A_{i, \text{belegt}}$ = Anzahl der Übertragungsstrecken, auf denen der Wellenlängenkanal i belegt ist

$A_{i, \text{gesamt}}$ = Anzahl aller Übertragungsstrecken, auf denen der Wellenlängenkanal physikalisch verfügbar ist

$g(\dots)$ = eine beliebige Funktion.

Die mit Hilfe der erwähnten Kanalgewichtsfunktionen $f(i)$ ermittelten netzweiten Kanalgewichte e_i werden wie in Figur 3 angedeutet jeweils den zugehörigen optischen Übertragungsstrecken $OS1$ bis $OS9$ bzw. den zugehörigen virtuellen optischen Subübertragungsnetzen $Sub1$ bis $Subn$ zugeordnet. Diese Zuordnung wird beispielsweise mit Hilfe einer zentral angeordneten Steuereinheit realisiert. Hierbei wird durch das netzweite Kanalgewicht e_i insbesondere ausgedrückt, dass einige Wellenlängenkanäle $wk1$ bis wkn für einen geplanten Verbindungsaufbau günstiger sind als andere.

In Figur 4 werden die Vorteile des vorgeschlagenen Verfahrens am Beispiel des betrachteten transparenten optischen Übertragungssystems ASTN mit einem ersten, zweiten und dritten Wel-

den optischen Übertragungsstrecken OS1 bis OS9 ein erster, zweiter und ein dritter Verbindungspfad VP1, VP2, VP3 möglich.

5 Der erste Verbindungspfad VP1 verläuft vom ersten Netzknoten A über die erste optische Übertragungsstrecke OS1 zum zweiten Netzknoten B und von dort über die dritte optische Übertragungsstrecke OS3 zum dritten Netzknoten C. Vom dritten Netzknoten C führt der erste Verbindungspfad VP1 weiter über die
10 sechste optische Übertragungsstrecke OS6 zum fünften Netzknoten E und von diesem wiederum über die achte optische Übertragungsstrecke OS8 zum sechsten Netzknoten F. Schließlich führt der erste Verbindungspfad vom sechsten Netzknoten F über die neunte optische Übertragungsstrecke OS9 zum fünften
15 Netzknoten D. Der erste Verbindungspfad VP1 verläuft somit über fünf optische Übertragungsstrecken OS1, OS3, OS6, OS8, OS9. Auf dem ersten Verbindungspfad VP1 ist der erste Wellenlängenkanal wk1 noch unbelegt und somit für den geplanten Verbindungsaufbau verfügbar.

20 Der zweite Verbindungspfad VP2 verläuft vom ersten Netzknoten A über die zweite optische Übertragungsstrecke OS2 zum dritten Netzknoten C und von dort über die dritte optische Übertragungsstrecke OS3 zum zweiten Netzknoten B. Vom zweiten
25 Netzknoten B führt der zweite Verbindungspfad VP2 über die vierte optische Übertragungsstrecke OS4 zum vierten Netzknoten D. Somit weist der zweite Verbindungspfad VP2 drei optische Übertragungsstrecken OS2, OS3, OS4 auf, wobei für den Verbindungsaufbau der zweite Wellenlängenkanal wk2 verfügbar
30 ist.

Der dritte Verbindungspfad VP3 führt vom ersten Netzknoten A ebenfalls über die erste optische Übertragungsstrecke OS1 zum zweiten Netzknoten B und von diesem über die dritte optische
35 Übertragungsstrecke OS3 zum dritten Netzknoten C. Der letzte Abschnitt des dritten Verbindungspfades VP3 verläuft vom dritten Netzknoten C über die fünfte optische Übertragungsstrecke OS5 zum vierten Netzknoten D. Insgesamt weist der

sich die Verbindungskosten durch Addition der Linkgewichte $d_{i,r}$ und damit als Produkt der Kanalgewichtsfunktion $f(i)$ mit der Länge l des jeweiligen Verbindungspfades VP1 bis VP3. Mit einer linearen, nur von der Nummer i des jeweiligen Wellenlängenkanals $wk1$ bis $wk3$ abhängigen Kanalgewichtsfunktion

$$f(i)=1+i,$$

wobei die Übertragungsstrecken OS1 bis OS9 im ersten virtuellen optischen Subübertragungsnetz Sub1 im Vergleich zu denen im dritten virtuellen optischen Subübertragungsnetz Sub3 im Verhältnis 1:2 gewichtet werden, ergeben sich die Verbindungskosten $(1+i) \cdot l$ für einen Verbindungspfad der Länge l bei Verwendung des Wellenlängenkanals i . Die für das dargestellte Ausführungsbeispiel resultierenden Verbindungskostenwerte sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

Alternativ kann eine weitere einfache, nämlich allein vom Nutzungsgrad b_1 abhängige, Kanalgewichtsfunktion $f(i)$ der folgenden Form gewählt werden:

$$f(i)=(1-b_1).$$

Durch die Implementierung dieser Kanalgewichtsfunktion $f(i)$ werden besonders vorteilhaft die Subübertragungsnetze Sub1 bis Sub3 mit einem hohem Nutzungsgrad gegenüber solchen mit einem niedrigem Nutzungsgrad bevorzugt. Hierdurch ergeben sich die ebenfalls in der Tabelle 2 aufgeführten Verbindungskosten $(1-b_1) \cdot l$. Beide Beispiele mit unterschiedlichen Kanalgewichtsfunktionen liefern jeweils den zweiten Verbindungspfad VP2 als Verbindungspfad mit den geringsten Verbindungskosten.

Im Gegensatz hierzu führen aus dem Stand der Technik bekannte Verfahren durchaus zu unterschiedlichen, weniger befriedigenden Ergebnissen. Die Verwendung der Heuristik "fixed" liefert aufgrund der Priorisierung der Wellenlängenkanäle $wk1$ bis $wk3$ als Ergebnis den ersten Verbindungspfad VP1 als verfügba-

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung eines Verbindungspfades (VP) und eines auf den optischen Übertragungsstrecken (OS1 bis OS9) dieses Verbindungspfades (VP) unbelegten Wellenlängenkanals (wk1 bis wkn) für den Aufbau einer Verbindung über mindestens einen ersten und zweiten Netzknoten (A, F) innerhalb eines transparenten optischen Übertragungssystems (ASTN) mit einer Vielzahl von über optische Übertragungsstrecken (OS1 bis OS9) miteinander verbundenen weiteren Netzknoten (A bis F),
- bei dem jeweils ein von der optischen Übertragungsstrecke (OS1 bis OS9) und von dem betrachteten Wellenlängenkanal (wk1 bis wkn) abhängiges Linkgewicht ($d_{i,r}$) für die Wellenlängenkanäle (wk1 bis wkn) einer optischen Übertragungsstrecke (OS1 bis OS9) ermittelt wird,
 - bei dem für jeden für den Verbindungsaufbau verfügbaren Verbindungspfad (VP1, VP2, VP3) und den zugehörigen Wellenlängenkanal (wk1 bis wkn) durch Auswertung des mindestens einen Linkgewichts ($d_{i,r}$) ein Verbindungskostenwert gebildet wird, und
 - bei dem für den Aufbau der Verbindung der den minimalen Verbindungskostenwert aufweisende Verbindungspfad (VP2) mit dem zugehörigen Wellenlängenkanal (wk2) ausgewählt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Wellenlängenkanal (wk1 bis wkn) ein netzweites Kanalgewicht (e_i) zugeordnet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das netzweite Kanalgewicht (e_i) mit Hilfe einer Kanalgewichtsfunktion ($f(i)$) ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das transparente optische Übertragungssystem (ASTN) in eine Anzahl von jeweils nur einen optischen Wellenlängenkanal

i = Nummer der Wellenlängenkanals
 a = ein erster Parameter
 b = ein zweiter Parameter.
 realisiert wird.

5

8. Verfahren nach Anspruch 3,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass durch die Kanalgewichtsfunktion ($f(i)$) der Belegungszu-
 stand der Wellenlängenkanäle ($wk1$ bis wkn) auf den bereits
 10 durch weitere Verbindungen belegten Übertragungsstrecken (OS1
 bis OS9) ausgewertet wird, wobei hierzu der aktuelle Nut-
 zungsgrad jedes Wellenlängenkanals ($wk1$ bis wkn) innerhalb
 des transparenten optischen Übertragungssystem (ASTN) ermit-
 telt oder geschätzt wird.

15

9. Verfahren nach Anspruch 8,
 dadurch gekennzeichnet,
 die Kanalgewichtsfunktion ($f(i)$) als eine vom dem Nutzungs-
 grad des jeweiligen Wellenlängenkanals ($wk1$ bis wkn) abhängi-
 20 ge Funktion der Form

$$f(i) = g(A_{i,belegt}/A_{i,gesamt})$$

mit

i = Nummer des Wellenlängenkanals
 25 $A_{i,belegt}$ = Anzahl der Übertragungsstrecken, auf
 denen der Wellenlängenkanal i belegt ist
 $A_{i,gesamt}$ = Anzahl aller Übertragungsstrecken,
 auf denen der Wellenlängenkanal physikalisch
 verfügbar ist
 30 $g(\dots)$ = eine beliebige Funktion

realisiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 5,
 35 dadurch gekennzeichnet,
 dass bei der Ermittlung des von der jeweiligen optischen Ü-
 bertragungsstrecke (OS1 bis OS9) abgeleiteten Lageparameters
 (d_r) die Länge der Übertragungsstrecke (OS1 bis OS9) oder die

Zusammenfassung

Verfahren zur Ermittlung eines Verbindungspfades und eines zugehörigen unbelegten Wellenlängenkanals

5 Zur Ermittlung eines Verbindungspfades (VP) und eines auf den optischen Übertragungsstrecken (OS1 bis OS9) dieses Verbindungspfades unbelegten Wellenlängenkanals (wk1 bis wkn) für den Aufbau einer Verbindung über mindestens einen ersten und
10 zweiten Netzknoten (A, F) innerhalb eines transparenten optischen Übertragungssystems (ASTN) wird ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem jeweils ein von der optischen Übertragungsstrecke (OS1 bis OS9) und von dem betrachteten Wellenlängenkanal (wk1 bis wkn) abhängiges Linkgewicht ($d_{i,r}$) für die Wellenlängenkanäle (wk1 bis wkn) einer optischen Übertragungs-
15 strecke (OS1 bis OS9) ermittelt wird. Ferner wird für jeden für den Verbindungsaufbau verfügbaren Verbindungspfad (VP1, VP2, VP3) und den zugehörigen Wellenlängenkanal (wk1 bis wk3) durch Auswertung des mindestens einen Linkgewichts ($d_{i,r}$) ein
20 Verbindungskostenwert gebildet und für den Aufbau der Verbindung der den minimalen Verbindungskostenwert aufweisende Verbindungspfad (VP2) mit dem zugehörigen Wellenlängenkanal (wk2) ausgewählt.

25 Figur 3

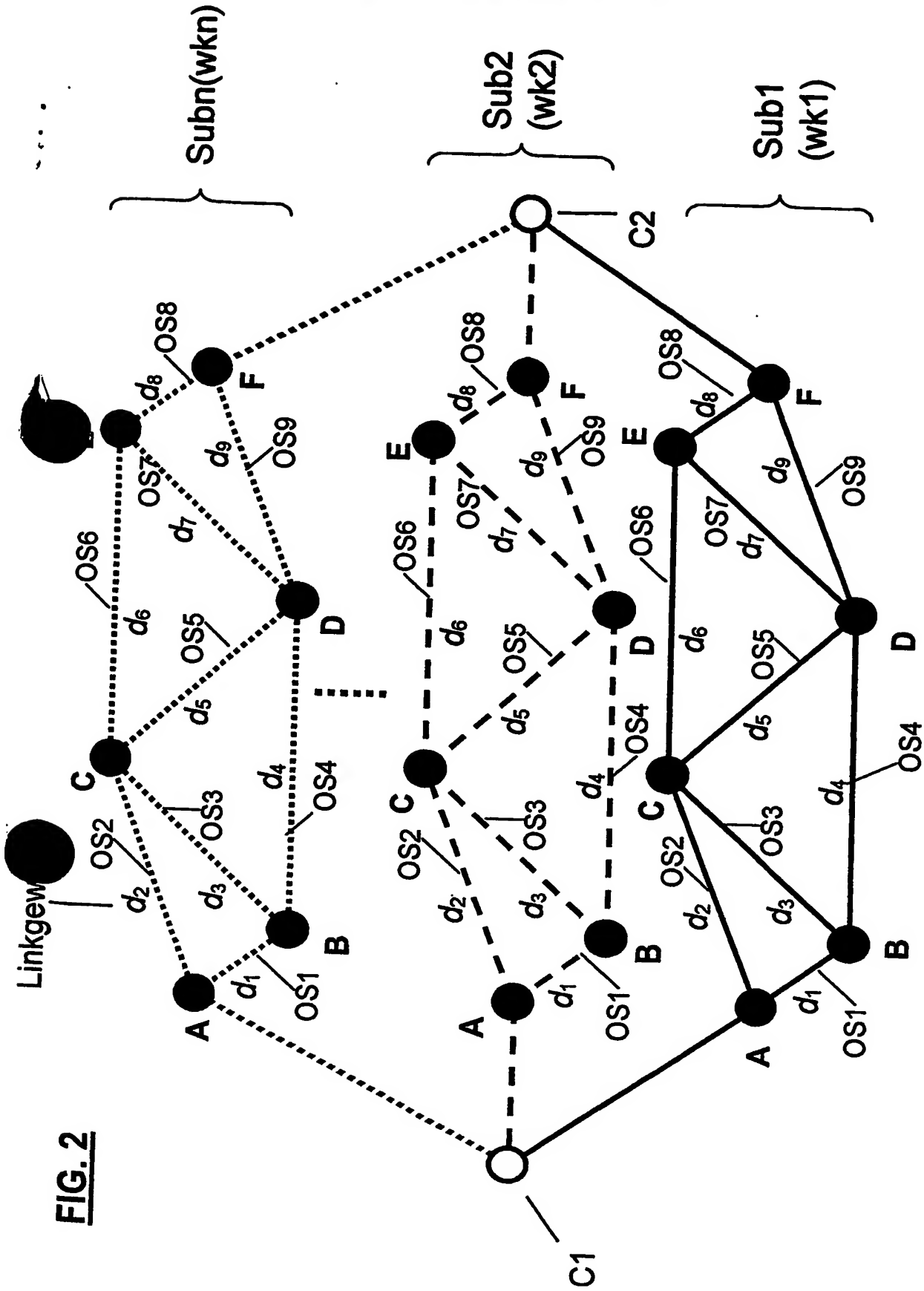


FIG. 2



2025

